

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2004 EPO. All rts. reserv.

9036538

Basic Patent (No,Kind,Date): EP 346987 A1 19891220 <No. of Patents: 002>

**A METHOD OF FORMING THIN DEFECT-FREE MONOCRYSTALLINE STRIPS  
OF SEMICONDUCTOR MATERIALS ON INSULATORS** (English; French; German)

Patent Assignee: PHILIPS NV (NL)

Author (Inventor): MARTINEZ ANDRE M; PANDYA RANJANA

Designated States : (National) DE; FR; GB; IT; NL

IPC: \*H01L-021/20;

Derwent WPI Acc No: C 89-372245

Language of Document: English

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date	
EP 346987	A1	19891220	EP 89201508	A	19890612	(BASIC)
JP 2037713	A2	19900207	JP 89152478	A	19890616	

Priority Data (No,Kind,Date):

US 208901 A 19880617

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI

(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

008107134 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1989-372245/198951

XRAM Acc No: C89-164811

XRPX Acc No: N89-283353

**Forming strips of mono semiconductor material on substrate - by scanning the strips across an angled zone melting beam in a direction parallel to the strips**

Patent Assignee: PHILIPS GLOEILAMPENFAB NV (PHIG )

Inventor: MARTINEZ A M; PANDYA R

Number of Countries: 006 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 346987	A	19891220	EP 89201508	A	19890612	198951 B
JP 2037713	A	19900207	JP 89152478	A	19890616	199012

Priority Applications (No Type Date): US 88208901 A 19880617

Cited Patents: 3.Jnl.Ref; JP 60058611; US 4046618; US 4743567

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 346987	A	E 8		

Designated States (Regional): DE FR GB IT NL

**Abstract (Basic): EP 346987 A**

Thin defect-free monocrystal strips of semiconductor material are formed on an insulator by depositing a thin poly or amorphous layer of the material on an insulating substrate having a softening pt. of at least 10 deg.C below the m.pt. of the material and a slope of its viscosity vs. temp. curve of between zero and negative infinity, forming parallel strips (9) by removing strips of a width at least 0.25 micron, heating using a focussed zone heating source (21,27) to form a solid-liq. interface (29) along the plane of the strips forming an angle of at least 8 deg. with the axis of the strips while annealing the substrate, and scanning the resulting layered structure relative to the zone heat source in a direction parallel to the strips.

USE/ADVANTAGE - Esp. in prodn. of a Si-on-insulator structure (claimed). High quality prod. is obtd. using a less expensive and less complicated method than in the prior art.

4/4

Title Terms: FORMING; STRIP; MONO; SEMICONDUCTOR; MATERIAL; SUBSTRATE; SCAN ; STRIP; ANGLE; ZONE; MELT; BEAM; DIRECTION; PARALLEL; STRIP

Derwent Class: L03; U11

International Patent Class (Additional): C30B-013/06; C30B-029/06;

H01L-021/20

File Segment: CPI; EPI

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

平2-37713

⑫ Int. Cl.<sup>3</sup>

H 01 L 21/20  
21/263  
// C 30 B 13/06  
29/06

識別記号

庁内整理番号

7739-5F

⑬ 公開 平成2年(1990)2月7日

8518-4G  
8518-4G

審査請求 有 請求項の数 19 (全6頁)

⑭ 発明の名称 絶縁体上に半導体材料の薄い無欠陥単結晶細条を形成する方法

⑮ 特 願 平1-152478

⑯ 出 願 平1(1989)6月16日

優先権主張 ⑰ 1988年5月17日 ⑱ 米国(U S) ⑲ 208901

⑳ 発 明 者 アンドレ・エム・マル アメリカ合衆国ニューヨーク州12590 ワッビングス フ  
チネ オールス イースト エンド ロード(番地なし)  
㉑ 発 明 者 ランジャナ・バンダイ アメリカ合衆国ニューヨーク州10516 コールドスプリ  
ン グス コンドス フォージ ゲート(番地なし)  
㉒ 出 願 人 エヌ・ベ・フィリップス オランダ国5621 ベーアー アインドーフエン フルーネ  
ス・フルーイランペン バウツウエツハ1  
フアブリケン  
㉓ 代 理 人 弁理士 杉村 暁秀 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 絶縁体上に半導体材料の薄い無  
欠陥単結晶細条を形成する方法

2. 特許請求の範囲

1. 絶縁体上に半導体材料の薄い無欠陥単結晶  
細条を形成するに当り、

a) 半導体材料の融点より少なくとも10℃低  
い軟化点と、0よりも小さくかつ負の無限大  
よりも大きい粘度対温度曲線の傾きとを有す  
る絶縁性基体上に、半導体材料の薄い多結晶  
層若しくは非晶質層を堆積し、

b) 半導体材料の前記層から少なくとも幅1/4  
μm の實質的に矩形の平行配置された細条を  
除去して低軟化点の前記絶縁性基体上に前記  
半導体材料の、實質的に平行な矩形の細条を  
形成し、

c) 半導体材料の上記細条を、該細条の平面  
に沿って固体-液体界面を形成するような方  
法で、熱が該細条上に集中するゾーン加熱源  
により加熱し、細条の軸と少なくとも8°の角

度を形成し、この際上記基体をそのアニーリ  
ング点で加熱し且つ形成された層状構体を上  
記ゾーン加熱源に対して上記細条の主軸と平  
行な方向に走査し、

d) 前記層状構体の前記ゾーン加熱源に対す  
る走査速度を制御して前記固体-液体界面に  
対向する前記基体の表面が液化するように前  
記固体-液体界面を細条に沿って動かす  
ことを特徴とする絶縁体上に半導体材料の薄  
い無欠陥単結晶細条を形成する方法。

2. 半導体材料が非晶質シリコン又は多結晶シ  
リコンである請求項1記載の方法。

3. 前記固体-液体界面が前記細条の前記主軸  
と10°〜80°の角度をなす請求項2記載の方法。

4. 絶縁性基体上に形成された半導体材料の細  
条の幅が約100 μm 〜1000 μm である請求項  
3記載の方法。

5. 前記層状構体を前記ゾーン加熱源に対して  
16 μm /秒〜6 mm /秒の速度で走査する請求  
項4記載の方法。

6. 前記低軟化点温度絶縁性基体が、ホスホシリケートガラス、ボロホスホシリケートガラス、アルミノシリケート及びスピノーオンガラスからなる群より選ばれたガラスである請求項5記載の方法。
7. 低軟化点絶縁性基体が、前記シリコン層の表面と反対側の表面で化学的に不活性な基体により支持された層である請求項4記載の方法。
8. 前記の化学的に不活性な基体が酸化シリコン又は石英である請求項7記載の方法。
9. シリコン層の両面に低温化学蒸着した二酸化ケイ素の被膜を施す請求項4記載の方法。
10. 前記シリコン層の両面に低温化学蒸着した二酸化ケイ素の被膜を施す請求項5記載の方法。
11. シリコン層の両面に低温化学蒸着した二酸化ケイ素の被膜を施す請求項8記載の方法。
12. 前記シリコン層の厚さが10ミクロンより小さい請求項9記載の方法。

13. 前記シリコン層の厚さが2000Å～10μmである請求項12記載の方法。
14. 前記シリコン層を化学蒸着させる請求項13記載の方法。
15. 前記シリコン層の厚さが10ミクロンよりも小さい請求項10記載の方法。
16. 前記シリコン層の厚さが2000Å～16μmである請求項10記載の方法。
17. 前記シリコン層を化学蒸着させる請求項16記載の方法。
18. 前記細条の長さが800 μm～20mmである請求項3記載の方法。
19. 前記固体-液体界面が前記細条の軸と約45°の角度をなす請求項3記載の方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は、絶縁体上に半導体材料の薄い無欠陥単結晶細条を形成する方法に関するものである。本発明は特に絶縁体上のシリコン、いわゆるSOI構体の薄い単結晶細条を形成することに関する。

#### (従来の技術)

最初に、絶縁性基体、例えば、酸化シリコン又は石英上に多結晶質又はアモルファスシリコンの薄層を堆積し、アモルファス又は多結晶シリコン層を局所的に加熱して層中に小さい溶融層を形成し、シリコン層の下に横たわる基体を加熱しながらシリコン層に生じた溶融領域を走査することにより絶縁構造上にシリコンの単結晶層を製造することが知られている。シリコンの溶融層が結晶化すると、このシリコン層は単結晶層へと変換される。

かかる方法は例えば欧州特許出願第0129261号、アンソニー(Ashby)、米国特許第4585493号、クライン(Cline)、米国特許第4590130号、ジェ

イ・サクアリ(J. Sakurai)、電気化学協会誌、固体科学及び技術(J. Electrochem. Soc., Solid-State Science and Technology)、第1485～1488頁(1986年7月)、シー・エル・ブレイル等(C. L. Blais et al)、「Nat. Res. Soc. Symp. Proc. of Vol. 35, PP. 389, 692」及び特開昭61-19116号に開示された技術で良く知られている。この従来技術に記載の方法は、すべて得られた結晶層に欠陥が生成するという結果となる。これらの欠陥は、主としてサブグレイン又はローアングルグレインの境界の存在に由来することが見出され、応力により成長中の結晶上に生ずるものと見られる。この応力は、化学的不純物、表面粗さ、冷凍と熱勾配及び基体とSiフィルムとの間の熱膨張係数の相違に起因する体積膨張のような原因を持つものと考えられる。

本発明に先立ち、本発明者等は、上記の公開特許公報シー・エル・ブレイル等及びジェイ・サクアリの文献に示されているように、再結晶可能なシリコン層の下に横たわる中間層としてホスホ

リケートガラス、ボロホスホシリケートガラス又はコーニング(Corning)7059のような低融点ガラスを用いることで、応力緩和の機構がえられローアングルグレイン境界の生成が除去されるか又は顕著に低減すると考えた。しかし、これらのローアングルグレインの境界を幾分か低減できたが、これらの基体を用いてもこれらの境界の生成を完全に除去するには至らなかった。

本発明者等は、同時係属出願(出願番号第084657号、1987年8月9日提出)において、絶縁体上に前記従来技術で形成されたものよりも遙かに大きい面積の半導体材料の薄い無欠陥単結晶層を形成する方法を提案した。この出願に記載された方法においては、特にシリコンの、半導体層の薄い無欠陥単結晶層を次の工程の組み合わせによって絶縁体上に形成する:半導体材料の融点よりも少なくとも10℃低い軟化点を有し、粘度対温度曲線の傾きが0よりも小さく負の無限大よりも大きい低軟化点温度絶縁性基体上に、半導体材料の薄い多結晶又は非晶質層を堆積する。次いで、半導体

材料の層をゾーン加熱源により半導体材料の層上に凸状固体-液体界面をあてるような方法で加熱しこの層状構体をゾーン加熱源に対して走査させ(動かし)、この固基体をアニーリング点で加熱し且つゾーン加熱源に対する層状構体の走査速度を、凸状固体-液体界面を半導体材料の層に沿って動かし、半導体材料の層と対向する基体表面が固体-液体界面下で液化するような方法で制御する。この方法により、得られた再結晶層のローアングルグレイン界面との間の距離は顕著に増大する。結果として、幅約300ミクロン、長さ数ミリメートルの無欠陥単結晶シリコン層が製造された。

しかし、この方法は、2つの注意深く焦点を合わせたランプを使用する必要があり、比較的制御が難しいので、複雑でありかつ比較的高価であるという欠点を被っている。

(発明が解決しようとする課題)

本発明の目的は、前記出願の方法により製造したものと少なくとも同じ大きさの領域を持つ薄い

無欠陥単結晶半導体材料層を絶縁体上に、より高価でなくかつより複雑でない方法を採用して形成する方法を提供することである。

本発明の他の目的は以下の記載から明らかとなる。

(課題を解決するための手段)

本発明者等は本発明において絶縁体上に半導体材料の薄い無欠陥単結晶細条を形成する新規でより単純な方法を開発した。

本発明の新規な方法は、

- a) 0よりも小さく負の無限大よりも大きい傾きの粘度対温度曲線と共に、半導体材料の軟化点よりも少なくとも10℃低い軟化点を有する、低軟化点温度絶縁性基体上に半導体材料の薄い多結晶又は非晶質層を堆積して層状構体を形成し、
- b) 半導体材料の前記層から少なくとも1/4 mmの幅の實質的に矩形の平行に配置された経線状細条を除去して前記低軟化点温度絶縁性基体上に實質的に平行な矩形の半導体材料の細条を形成し、
- c) 半導体材料の上記細条を、該細条の平面に沿

って固体-液体界面を形成するような方法で、熱が該細条上に集中するゾーン加熱源により加熱し、細条の軸と少なくとも8°の角度を形成し、この上記基体をそのアニーリング点で加熱し且つ形成された層状構体を上記ゾーン加熱源に対して上記細条の主軸と平行な方向に走査し;

d) 上記層状構体のゾーン加熱源に対する走査速度を制御して固体-液体界面に対向する基体表面が液化するように固体-液体界面を半導体材料の細条に沿って動かすことから成る。

本発明の方法は、コスト及び採用する機器の複雑さを顕著に低減する一方で、形成された結晶層中のローアングルグレイン境界間の距離を、本出願人の同時係属出願の方法により達成されるよりも大きい程度にまで顕著に増大できるという利点を有する。

本発明の方法の使用により、約300 μmのローアングルグレイン境界間距離を有する単結晶シリコン層が頻りに製造でき、1/2 mmの大きさのもの

さえも製造された。

特開昭61-245517号、同58-39012号及び米国特許第4497683号において、多結晶層に対して鋭角で傾斜したビームで走査することにより、単結晶層で薄い多結晶シリコン層を再結晶化することが示されている。しかし、シーディングを固体-液体界面の先導側のエッジで製造する本方法とは異なり、これら参照文献では、シーディングは多結晶シリコン層が少なくとも部分的に接触する単結晶シリコン層により提供される。

前記同時保膜出願におけるように、軟化領域をもつ材料の「軟化点」と称する語は、個例により材料の粘度が $1 \times 10^7$ ポイズとなる温度を意味するものとする。

本発明は一般にGe、2nSe及び1nSbのような半導体材料の薄い無欠陥単結晶層を形成するのに有用であるが、絶縁基体上にシリコンの無欠陥単結晶層を形成するのに特に有用である。

本発明の要求に適合し、絶縁体として使用できる材料は多くあるが、使用する材料はこれらの要

求への適合性に加えて、半導体材料の膨張係数と適合した線膨張係数を有するものが好ましい。再結晶化される材料がシリコンである場合は、ホスホシリケートガラス、ボロホスホシリケートガラス、NA-40（ホヤ社(Hoya Company)が製造するアルミノシリケートガラス）、コーニング社(Corning Company)が製造する7059ガラス及びスピノーオンガラスのような軟質ガラスを使用することが有用である。これらのガラスのいずれもそれ自体シリコン層の支持部材として採用できるが、このガラスはまた、例えば石英、シリコン又は酸化アルミニウムのような化学的に不活性な基体に付ける薄層としても使用できる。

半導体材料の層は好ましくは低圧化学蒸着法(LPCVD)によって堆積する。しかし、スパッタリングのような、業界で使用される他の適当な方法もまた使用することができる。シリコンを半導体材料とした場合、通常 $10 \mu\text{m}$ より小さい厚さのものを採用する。しかし、 $2000 \text{ \AA} \sim 10 \mu\text{m}$ の厚さが好ましい。

他の半導体材料を同様の厚さで採用できる。

半導体材料の細条は任意の適当な方法、例えばホトエッチングにより形成できる。本発明で使用する半導体材料の細条は、幅約 $100 \mu\text{m} \sim 1000 \mu\text{m}$ 、長さ約 $800 \mu\text{m} \sim 20\text{mm}$ とする。

ゾーン加熱源の焦点を細条に合わせてこの細条の平面内に固体-液体界面を形成し、細条の軸と少なくとも $8^\circ$ の角度をなす場合に、本発明の方法を実施するとよいが、固体-液体界面が細条の主軸と $10 \sim 80^\circ$ の角度、好ましくは約 $45^\circ$ の角度をなす場合に最上の結果が得られる。

層状構体をまたゾーン加熱源に対して約 $16 \mu\text{m}/\text{秒} \sim 6 \text{ mm}/\text{秒}$ の速度で走査させたときに最善の結果を見出した。

#### (実施例)

本発明を図面を参照して下記の実施例により更に詳細に説明する。

#### 実施例1

第1図に示すように、以下の各層を $10.2\text{cm}$  (4インチ)の直径を有するシリコンウェハ1上に、

$5.0 \mu\text{m}$ 厚のホスホシリケートガラス(PSC)層3 (低温化学的気相堆積法による)、 $1.0 \mu\text{m}$ の低温シリコンオキサイド(LTO)層5及び $1.0 \mu\text{m}$ の多結晶シリコン(ポリシリコン)層7の順で堆積した。

このポリシリコン層に次いでコダック(Kodak) 1470のようなポジティブホトレジスト層(図示せず)をスピンコーティングにより被覆した。このホトレジスト層を次いで後焼きして腐蝕を除去した。次いでこのホトレジスト層をマスクを通して紫外光に露光し、ホトレジスト層に交互に平行な矩形の露光及び未露光領域を設けるように構成し、未露光領域の幅を約 $300 \mu\text{m}$ とし、ホトレジストの細条を次いでKTI 312のような現像剤で除去した。次いでこのウェハをCF<sub>4</sub>プラズマ中でエッチングしてホトレジストにより被覆されないで残った領域でポリシリコン7を除去し、このホトレジストで被覆された領域でポリシリコン7を残した。このようにして実質的に、矩形で平行な $300 \mu\text{m}$ 幅のポリシリコン9の相互に $100 \mu\text{m}$ 離れた細条

(5)

を、LT0 層 5 上に形成した。

残ったホトレジストをアセトンで除去し、次いで1.5 μm 厚のLT011 のキャッピング層をポリシリコン細条 9 上に堆積した。

形成された層状アセンブリー13 (第2図に断面図を示した。) を次いで約1000℃〜1020℃で、ネスホシリケートガラス層 3 のアニーリング点まで、図示しないグラファイト抵抗ヒーターにより加熱した。

この方法で加熱しながら、第3図に断面図で示すように、層状アセンブリー13をポリシリコン細条に平行に毎秒約1.00mm の速度で直線方向に動かし(走査し)、ゾーン加熱システムを通過させポリシリコン細条 9 の平面上に集束する楕円形断面のスポットを与え、約3mm の長さで楕円形断面を持ちかつポリシリコン細条 9 の主軸に対して約45° の角度をなす直線に近似した固体-液体界面を持つ熔融ゾーン15を形成した。

この方法で走査する間ゾーン加熱システムによりポリシリコン細条 9 の熔融ゾーン15から伝導し

た熱が、ポリシリコン細条 9 の熔融ゾーン15と一致するネスホシリケートガラス層 3 に熔融ゾーンを与えた。

この方法でポリシリコン細条 9 は、検知可能なサブバウンダリー、ツイン又はスレディングデイスロケーションを示さない長さ3mm、幅300μm の単結晶シリコン細条へと変換された。

適当なゾーン加熱システムを第4図に図式的に示す。

第4図に示すように、50ワットCO<sub>2</sub> レーザー21からの6.3mm の直径を有するレーザービーム23を、焦点距離が121mm のシリンドリカルレンズ27に向け、平面鏡25によってまたスポットの主軸がポリシリコンの細条 9 に対して45° の角度で位置するように配置しこれによりビーム23をポリシリコン細条 9 の平面において主軸が細条 9 と45° の角度をなす楕円形スポット29に集束させる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の方法の一つの工程で使した層状構体の断面図、

第2図は細条を形成した後の第1図の層状構体断面図、

第3図は本発明の方法を行う間の熔融ゾーンの形成を示す説明図、

第4図は本発明の方法で使用するのに適したゾーン加熱源の略線図である。

1…シリコンウエハ

3…ネスホシリケートガラス

5…低温シリコンオキサイド

7…多結晶シリコン

9…ポリシリコン細条

15…熔融ゾーン

17…固体-液体界面



FIG.1

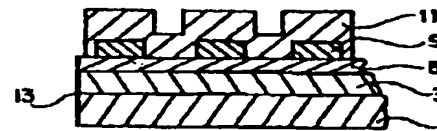


FIG.2

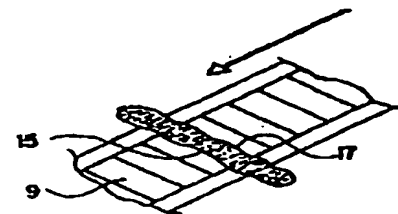


FIG.3

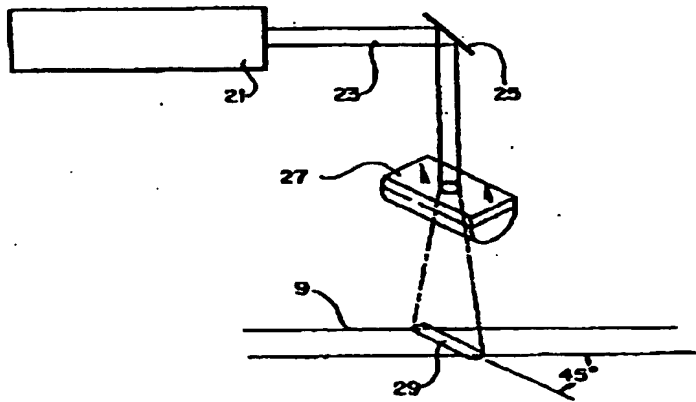


FIG. 4